PILZBEWOHNENDE LIMONIIDENLARVEN UNTER BESONDERER BERUECKSICHTIGUNG VON LIMONIA QUADRINOTATA MEIGEN (DIPTERA)

VON

EBERHARD LINDNER

Zoologisches Institut der Fakultät für Forstwirtschaft Tharandt der Technischen Hochschule Dresden

1. Einleitung 263
2. Die Jugendstadien von *Limonia quadrinotata* Mg. 264
   A. Morphologie
      a. Ei 264
      b. Larve 267
      c. Puppe 273
   B. Biologie 275
3. Die pilzbewohnenden europäischen Limoniidenlarven 276
4. Literatur 280

1. Einleitung

Die Larven der außerordentlich artenreichen, über alle Erdteile verbreiteten Familie der Limoniidae zeichnen sich durch eine Formenfülle aus, wie sie bei kaum einer zweiten Dipterenfamilie wiederzufinden ist. Der Grund hierfür mag nicht zuletzt darin liegen, daß die Limoniidenlarven sich sehr verschiedenartigen Biotopen angepaßt haben, welche jedoch durchwegs in dem einen Punkt übereinstimmen, daß sie einen hohen Feuchtigkeitsgrad aufweisen.

Eine Anzahl von Larven lebt unmittelbar in stehendem oder fließendem Wasser, einige bilden einen charakteristischen Teil der an überrieselten Felswänden anzutreffenden „Fauna hygropetrica", andere sind auf algenbewachsenen Steinblöcken oder im Strandanwurf der Meeresküste zu finden, und zwei tropische Arten haben sich zu Bewohnern der Mikroaquarien in den Blattachseln von Bromeliaceen spezialisiert. Die Mehrzahl der Arten findet man indessen in feuchter Erde, an Bach- und Teichufern, in feuchtem Laub und in modernder Streu. Während die meisten dieser Larven sich von Pflanzenabfällen, Algen, Protozoen, Plankton oder Detritus ernähren und die Larven von zwei pazifischen Arten sogar als Blattminierer beobachtet wurden, sind andere zu behenden, kräftigen Räubern geworden, welche auch ihresgleichen nicht verschonen. Schließlich heben sich noch zwei besondere Gruppen heraus, nämlich die in moderndem Holz und die in Pilzen lebenden Larven. Lediglich von den letzteren soll hier die Rede sein.

Den Anlaß zu dieser Studie gab die Auffindung der bisher noch nicht bekannten pilzbewohnenden Larve von *Limonia quadrinotata* Mg., welche als typischer Vertreter der mykophagen *Limonia*-Arten nachfolgend genauer beschrieben werden soll, um anschließend in eine Übersicht der bisher bekannt gewordenen Pilzbewohner unter den europäischen Limoniidenlarven eingefügt zu werden.

Die Untersuchungen wurden am Zoologischen Institut der Fakultät für Forstwirtschaft Tharandt (Technische Hochschule Dresden) durchgeführt, dessen Direktor, Herrn Prof. Dr. H. PRELL, ich für freundliche Unterstützung zu großem Dank verpflichtet bin.

Das untersuchte Larvenmaterial stammt aus Savoien und wurde mir von Frl. Dr. EISFELDER zur Verfügung gestellt, welcher ich an dieser Stelle für ihre Freundlichkeit meinen aufrichtigen Dank zum Ausdruck bringen möchte. Das Material bestand aus Resten eines Becherlings, in welchen sich neun Larven im IV. Stadium und eine Larve im II. Stadium befanden; ferner wurde bei gründlicher Nachsuche noch eine leere Eihülle entdeckt. Die Larven wurden einzeln in Petrischalen von 7 cm Durchmesser gesetzt, welche mit einer etwa 1 mm starken Lage nassen Zellstoffes ausgelegt waren. Die Zuchtschalen standen in einem Arbeitsraum mit einer Temperatur von etwa 18 bis 25° C und wurden täglich kontrolliert. Als Nahrung erhielten die Larven anfangs Substrat vom Fundort, d.h. die Reste des Becherlings, später wurden sie mit angefeuchtetem Brennesselpulver gefüttert. Kurz vor der Verpuppung wurden drei Larven in heißem Wasser getötet und in 75%igem Alkohol konserviert; ebenso wurde mit einer männlichen Puppe verfahren. In den übrigen sechs Zuchtschalen schlüpften vier Männchen und zwei Weibchen, die ich sämtlich nach LACKSCHEWITZ (1939) als *Limonia quadrinotata* Meigen bestimmte. Diese Bestimmung wurde von Herrn PEDER NIELSEN bestätigt, welchem ich für seine Unterstützung meinen besten Dank aussprechen möchte. Zur genaueren morphologischen Untersuchung wurden Larvenexuvien und Kopfkapseln (einige derselben zerlegt) in Euparal eingeschlossen. Die Zeichnungen wurden mit Hilfe des Zeiß'schen Zeichenspiegels für Schrägtubus angefertigt.

2. DIE JUGENDSTADIEN VON *Limonia quadrinotata Mg.*

Die artenreiche Gattung *Limonia* umfaßt neben Formen mit ungefleckten Flügeln in der Mehrzahl Arten, deren Flügel eine auffällige dunkle Zeichnung in Form scharfbegrenzter Flecken und überdies bisweilen wolkiger Trübungen aufweisen. Zur letzteren Gruppe gehört auch *Limonia quadrinotata* Meigen, deren bis über 15 mm große Imagines durch einen dunkelbraunen Ring an der Schenkelspitze sowie durch die am Ende der Radialader stehende rq-Ader gekennzeichnet sind. Nach LACKSCHEWITZ (1939) hat diese schöne Limoniide ihr Verbreitungsgebiet in Europa und Sibirien. PIERRE (1924) nennt als Fundorte in Frankreich „Pyrénées, Lyonnais, montagnes du Dauphiné, env. de Paris etc.", während COE (1950), dessen Nomenklatur in der vorliegenden Arbeit benutzt wird, die Art unter den Limoniiden der britischen Inseln nicht aufführt. Über Flugzeit und Biotop bemerkt PIERRE „Commun en mai, juin, juillet dans les bois". Von den Entwicklungsstadien von *Limonia quadrinotata* Mg. war bisher noch nichts bekannt.

A. MORPHOLOGIE

a. EI (Abb. 1)

Da alle Versuche, die gezüchteten Imagines zur Kopulation und Eiablage zu bringen, erfolglos blieben, stand nur die in den Pilzresten gefundene Eihülle für die Beschreibung zur Verfügung. Ob sie tatsächlich von *L. quadrinotata* stammt, muß zunächst offen bleiben, zumal die oben erwähnte, gleichfalls in den Pilzresten gefundene, im II. Stadium befindliche Larve zweifellos einer anderen

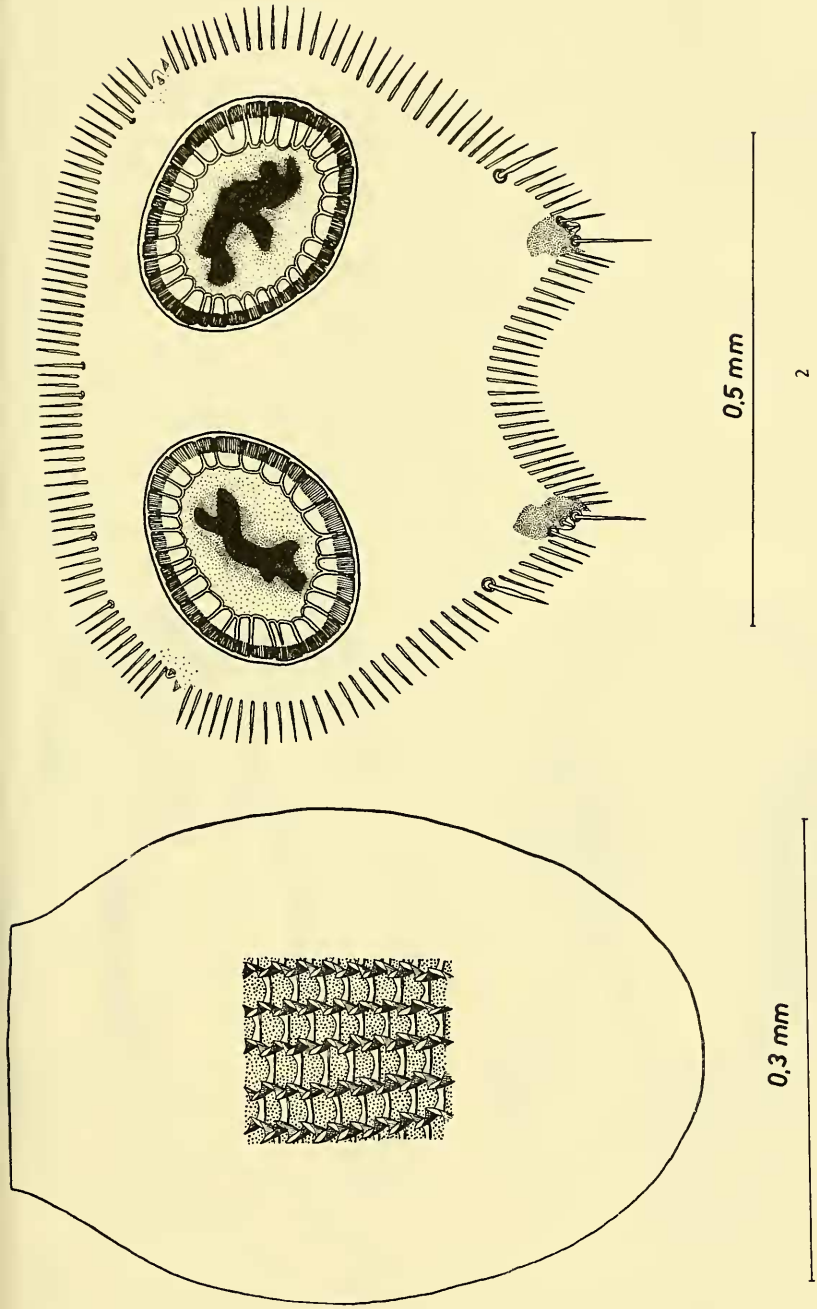


Abb. 1. Ei von *Limonia quadrinotata* (?). Chorionskulptur maßstabgerecht eingegezeichnet. Querwände weiß, Längswände schraffiert; die Punkteindrücke an den Wänden sind weggelassen. Abb. 2. Stigmenfeld der Larve von *Limonia quadrinotata* Mg.

Limonia-Art angehört. Diese Larve wurde bis zum IV. Stadium aufgezogen, ging aber kurz vor der Verpuppung ein, sodaß eine exakte Bestimmung nicht möglich war. Daß die Eihülle indessen von einer *Limonia*-Art stammen muß, ist nicht zu bezweifeln, da sie alle Kennzeichnen der bisher von *Limonia*-Arten bekannten Eier aufweist und besonders dem Ei von *Limonia tripunctata* Fabr. in Gestalt und Chorionskulptur außerordentlich ähnlich ist (vgl. LINDNER 1958, Abb. 5 u. 6).

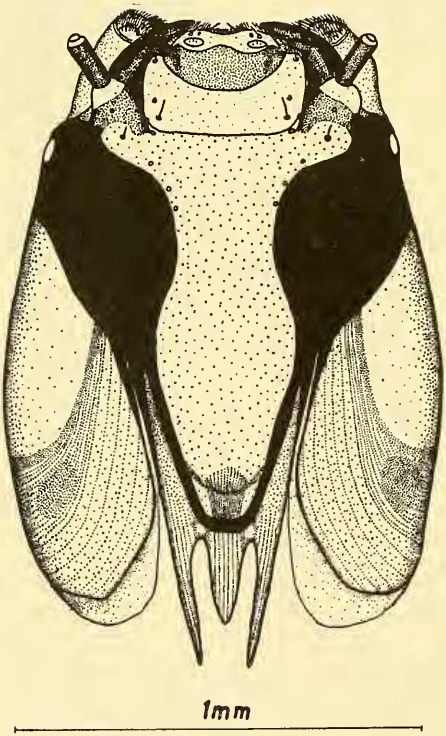
Länge der Eihülle 0,47 mm, Breite 0,32 mm.

Umriß oval, an einem Pol abgestutzt, am anderen abgerundet. Farbe hellbräunlich.

Über die gesamte Eioberfläche ziehen sehr regelmäßige Längsreihen sechseckiger Waben, welche nach den Polen zu an Zahl abnehmen, ohne daß die Waben ihren Umfang merklich ändern.

Die quer zur Eilängsachse liegenden, sämtlich zum abgestutzten Pol hin geneigten Wabenwände haben U-förmige Gestalt, indem sie median tief ausgeschnitten sind und beiderseits in hochaufsteigende, spitze Schenkel auslaufen, welche jeweils schräg zur Nachbarwabe hinüberneigen. Die Basallinien der Querwände sowie die oberen Ränder der aufsteigenden Schenkel sind leistenartig verstärkt. Zwischen den alternierend nach rechts und links gebogenen Querwandspitzen sind dünne Membranen ausgespannt, welche in ihrer Gesamtheit die Längswände der Waben-

3 4



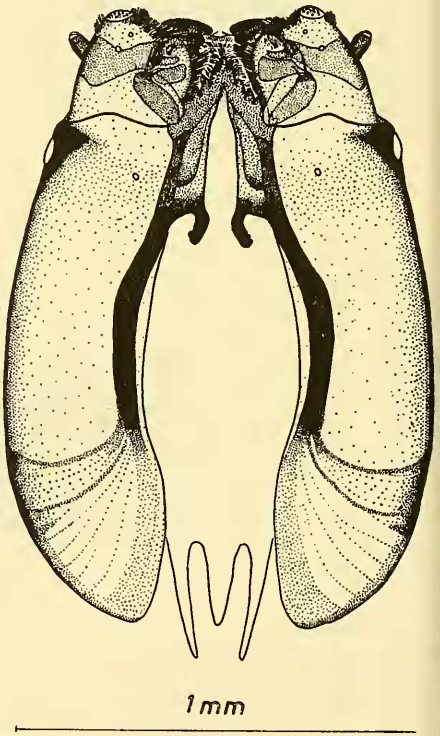


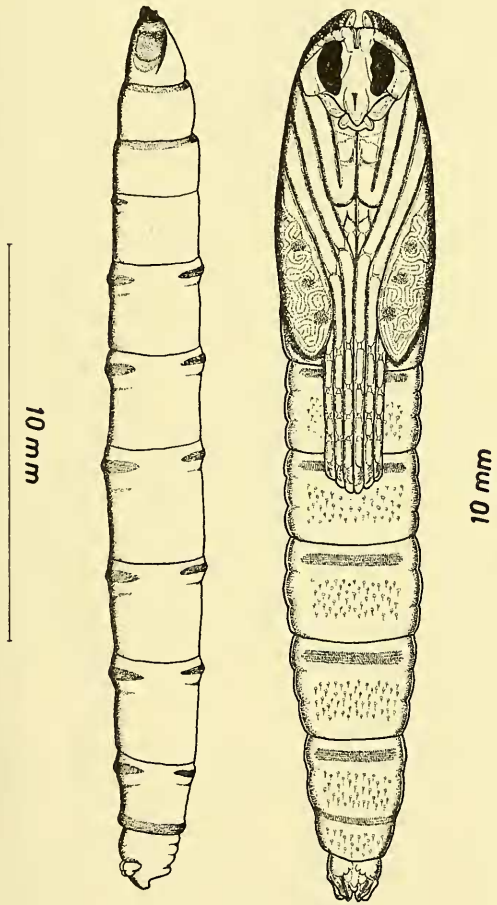
Abb. 3. Kopfkapsel der Larve von *Limonia quadrinotata* Mg. IV. Stadium, Dorsalseite.
Abb. 4. Ventralseite

reihen bilden. Wände und Boden der Waben sind mit zahlreichen, feinen Punkteindrücken versehen, welche im Unterschied zu den Eiern von *L. tripunctata* enger als dort stehen und bis zum oberen Rand der Wabenwände reichen.

b. LARVE (Abb. 2—5, 7—13)

Der einzige mir bekannte Hinweis auf die Larve findet sich bei SIERSLEBEN (1920), welcher lediglich bemerkt, daß an ihrem Stigmenfeld keinerlei Randlappen („Spitzen") vorhanden sind, ohne die Larve im übrigen weiter zu beschreiben. Die folgende Beschreibung gilt für das IV. Stadium.

Habitus. Maße (der zwei konservierten Larven, Kopfkapseln eingezogen): 21 bzw. 23 mm lang; 2 bzw. 2½ mm breit.



5 6

Abb. 5. Larve von *Limonia quadrinotata* Mg. IV. Stadium, Ansicht von links. Abb. 6. ♂-Puppe von *Limonia quadrinotata* Mg. Ventralansicht. Umrisse der Imago und deren Abdominalbehaarung punktiert

Larve (Abb. 5) drehrund, gestreckt walzenförmig, vorn und hinten leicht verjüngt; mit elf Segmenten, Segmentgrenzen undeutlich. Glasig farblos, innere Organe durchscheinend. Haut glatt, glänzend, mit mikroskopischer, spärlicher, wirr stehender Behaarung und regelmäßig verteilten, sehr winzigen Borsten. Fettkörper und Ganglien farblos weißlich.

Segment 1 bis 3 (Thorakalsegmente) am Vorderrand mit umlaufenden Reihen brauner, kurzer, starrer, gerader, durchwegs nach hinten gerichteter und nirgends miteinander verschmolzener Dörnchen. Dieselben haben in den nicht sehr regelmäßigen, ineinander geschobenen Reihen unterschiedliche Größe und Abstände, werden aber stets nach den hinteren Reihen zu zarter und gehen schließlich in regellos stehende, sehr feine Härchen über, welche zum Segmentende hin etwas größer und bedeutend spärlicher werden, sodaß der Segmenthinterrand fast kahl ist. Am Vorderrand dagegen beginnen die Dörnchenzonen unvermittelt auf der kahlen Haut mit kräftigen Dörnchen-

reihen, vor welchen jedoch noch ein bis zwei unvollständige Reihen zarterer Börstchen stehen können. In die Dörnchenzonen sind mehrfach kleine, kreisrunde Lücken eingeschaltet. Generell nehmen die Dörnchen vom 1. bis zum 3. Segment an Stärke zu.

Segment 4 nur ventral, Segmente 5 bis 10 dorsal und ventral im undeutlich abgeschnürten Vorderdrittel mit je einem sehr flach gewölbten, von ziemlich regelmäßigen Dörnchenreihen überzogenen Kriechwulst.

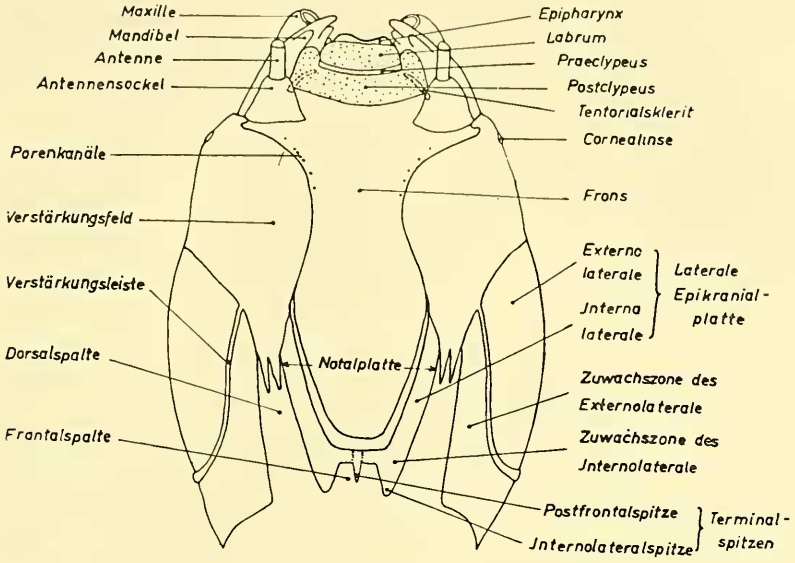
Das Dörnchenfeld des 4. Segments ist schmaler und kürzer als die Dörnchenzonen der folgenden Segmente und besteht aus etwa 15 bis 20 Reihen mäßig kräftiger, kaum gekrümmter, stets nach hinten gerichteter, innerhalb derselben Reihe unterschiedlich großer Dörnchen, welche nach den hinteren Reihen zu zarter werden und bisweilen gruppenweise zusammen rücken, ohne jedoch miteinander zu verschmelzen.

Ventrale Kriechwülste am 5. bis 10. Segment breiter als die dorsalen. Dörnchenfelder mit schmal elliptischem Umriß, ventral mit je etwa 30 bis 50, dorsal mit je etwa 25 bis 40 Reihen schlanker, brauner, apikal dunkler werdender, gekrümmter, kräftiger Dörnchen, welche innerhalb derselben Reihen etwa gleichgroß sind, nach der Mittelzone jedes Feldes aber an Größe zunehmen, in ziemlich gleichmäßigem Abstand voneinander stehen und in den vorderen Reihen jeweils nach vorn, in den hinteren nach hinten gekrümmt sind. Die vordersten und hintersten Randreihen jedes Dörnchenfeldes werden von zarten, aber ebenso langen, dichter stehenden, geraden Dörnchen gebildet. Die Zahl der Reihen mit nach vorn geneigten Dörnchen ist an den vorderen Segmenten wesentlich geringer, an den hinteren etwas größer als die Zahl der Reihen mit nach hinten gerichteten Dörnchen.

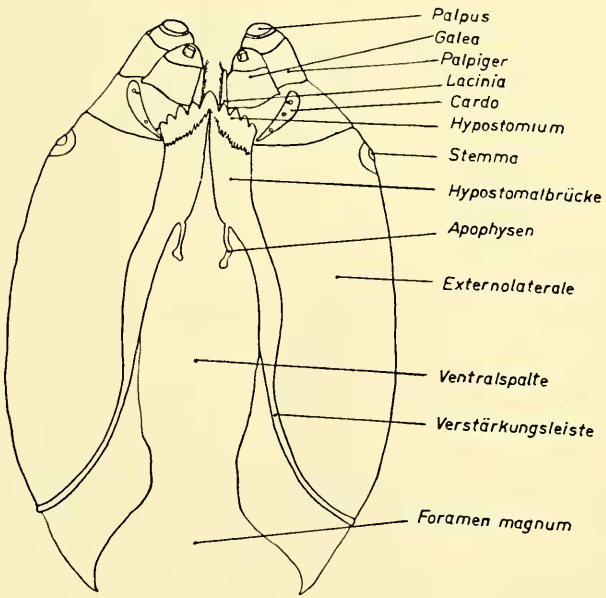
Hinterrand des 10. Segmentes mit umlaufender Dörnchenzone ähnlich den Thorakalsegmenten, nur bilden sich hier die Dörnchen von vorn her aus der zarten Behaarung heraus und werden nach hinten zu am stärksten, auch sind sie lockerer gestellt als an den Thorakalsegmenten und durchwegs nach vorn geneigt. Am Hinterrand der Dörnchenzone können ein bis zwei unvollständige Reihen zarterer Dörnchen stehen. Bemerkenswert ist, daß die Dörnchen der hintersten acht bis zehn Reihen — und zwar nur auf der Dorsalseite — basal verschmelzen, sodaß kammförmige Schuppen entstehen, in welchen jeweils zwei bis fünf, meist aber drei Dörnchen vereinigt sind. Diese Erscheinung wiederholt sich an keiner anderen Stelle der Dörnchenzonen.

E n d s e g m e n t. Endsegment bei voll gestreckter Larve breit ansetzend, nach hinten leicht verjüngt; falls basal eingezogen, ist es abgesetzt schmäler als das vorhergehende Segment.

Stigmenfeld (Abb. 2) flach abgestutzt, schräg nach hinten oben weisend, einziehbar; Umriß abgerundet trapezförmig; von einer Reihe engstehender, kurzer, starrer, spitzer, hellgelber, apikal bisweilen dunkelbrauner Borsten umsäumt, zwischen welchen dorsal und ventral je sechs (z.T. etwas grössere, im übrigen nicht wesentlich anders aussehende) Borsten mit Basalringen eingeschaltet sind. Die beiden dorsalen Basalringborsten können durch einige einfache Borsten getrennt sein oder aber unmittelbar nebeneinander stehen. Der Borstensaum ist zu



7



8

Abb. 7. Schema der Kopfkapsel einer *Limonia*-Larve. Dorsalseite. Abb. 8. Ventralseite

beiden Seiten des Oberrandes unterbrochen, in den mitunter schwach hellgelb pigmentierten Lücken steht je ein kleiner Sinnesstift. In den unteren Stigmenfeldwinkeln liegen zwei kleine, gleichmäßig schwach hellbraun gefärbte Flecken, an deren Außenrand jeweils zwischen einer langen und einer kurzen Basalringborste ein Sinnesstift steht.

Stigmen groß, oval, schräggestellt, um weniger als ihren Längsdurchmesser voneinander entfernt. Mittelstück unregelmäßig schwarz, nach außen zunehmend braun bis gelblich aufgehellt; Stigmenring mit goldbraunem Trabekelgerüst und darüber mit feingerippter, zart rauchgrauer Membran; Außenrand braungelb.

Analfeld queroval, Analloben vier plumpe Wülste, das vordere Lobenpaar etwa doppelt so lang wie das hintere.

Kopfkapsel. 1,4 bis 1,6 mm lang; 0,8 bis 1,1 mm breit. (Zur Bezeichnung der Kopfkapselteile vgl. Abb. 7 und 8).

Kopfkapsel (Abb. 3, 4) massig, im Umriß breit oval, dorsoventral abgeflacht. Frontalspalten relativ lang, Dorsalspalten höchstens bis zur Mitte vordringend, Ventralspalte mäßig breit, kaum die Basis des hypostomalen Mittelzahnes erreichend. Grundfarbe hellbräunlich, Verstärkungsfelder und -leisten (außer der externolateralen Leiste), Umgebung der Stemmalinsen und vordere Ränder der Dorsalspalten tief schwarz, Zuwachszonen graubraun gestreift, vordere Teile der Kopfkapsel vorherrschend hell oder dunkel rötlichbraun. Zuwachszonen und Terminalspitzen von einer für das IV. Stadium beträchtlichen Ausdehnung. Auf der Ventralseite am proximalen Rand der Linsen drei helle, kleine Chitinringe, ein weiterer größerer Ring zwischen Linsen und Hypostomalbrücke.

Frons (Abb. 3, 12) vorn rötlichbraun, im Bereich der Notalplatte heller, Randsaum dunkelbraun. Vorderrand scharf abgesetzt, gerade oder leicht geschwungen, mit medianer Einbuchtung. An den Seitenrändern vorn je fünf Poren, die vorderen zwei im unteren Drittel und an der Basis des Antennensockels gelegen, die letztere mit kurzer, gerader, heller Borste. In den Vorderwinkeln der Frons am Innenrand der Antennensockel je zwei Chitinringe. Tentorialsklerite schmal, kurz, hellbraun.

Antennen (Abb. 12) auf hochgewölbten, basal rotbraun sklerotisierten, apikal hell membranösen Sockeln; Grundglied zylindrisch, rotbraun, basal auf der Innenseite mit Porus, apikal auf heller, membranöser Wölbung das flach linsenförmige Endglied, vor welchem dorsal einige Sinnesstifte stehen.

Postclypeus (Abb. 12) glashell, unbehaart, Seitenränder hellgelblich, verstärkt. Beiderseits zwei Borsten, dazwischen, der hinteren Borste mehr genähert, ein Sinneskegel.

Praeclypeus (Abb. 12) hellbraun, sehr breit, Hinterrand fast halbkreisförmig; Vorderrand in der Mitte ausgebuchtet, seitlich auf Vorsprüngen je zwei Porenringe. Der Praeclypeus geht beiderseits ventralwärts in zwei undeutlich abgesetzte, aber auffällig dunkelbraun sklerotisierte Gebilde über (Tormae ?, in Abb. 12 punktiert), welche in einen breiteren, nach vorn gerichteten Lobus und in ein bis zwei längere, schräg nach innen weisende Fortsätze auslaufen. An den Umbiegungstellen der Praeclypealseiten entspringt ein schmaler, gebogener, hellgelber, lang zugespitzter Zahn, welcher sich den Labralseiten eng anlegt.

Labrum (Abb. 12) annähernd biskuitförmig, hellgelb membranös, am Seiten-

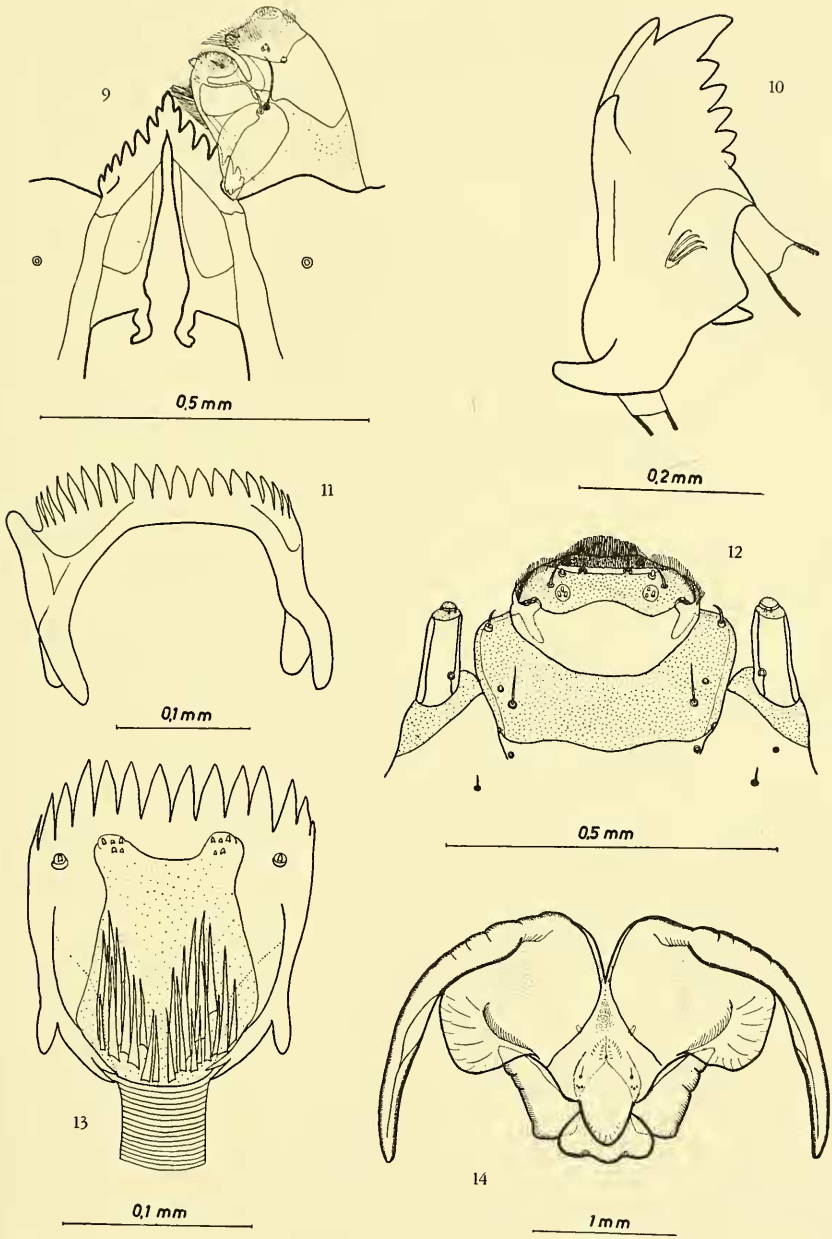


Abb. 9—13. Larve von *Limonia quadrinotata* Mg.: 9. Hypostomium und linke Maxille. Ventralansicht. Membranöse Teile punktiert. 10. Linke Mandibel. Dorsalansicht. 11. Hypopharynx, Dorsalspange. Ventralansicht, etwas von rechts her gesehen. 12. Clypeus, Labrum, Antennen. Farblos membranöse Partien punktiert. 13. Hypopharynx, Ventralspange. Ventralansicht. Abb. 14. Kopfscheide. Nach der Exuvie einer ♂-Puppe, etwas gepreßt (daher Schlüpfspalt klaffend)

und Vorderrand dicht braun behaart, im übrigen kahl. Im hinteren Teil seitlich je ein glashelles gewölbtes Feld mit drei Sinnesstiften, davor außen eine helle Ringsockelborste und vorn ein Sinneskegel. Am Vorderrand des Labrums eine median scharf abgesetzte hellbraune Chitinspange mit zwei Ringsockelborsten, davor zwei Sinneskegel.

Epipharynx dicht mit braunen, nach der Mitte zu und hier nach hinten zu gerichteten Haaren bedeckt.

Mandibeln (Abb. 10) breit schaufelförmig, plump; kräftig rotbraun, basal schwarz gefärbt. Mit acht Zähnen: Dorsalzahn klein, schlank kegelförmig; Apikalzahn etwas kürzer als der merklich breitere, zugespitzte Subapikalzahn; die fünf Ventralzähne in fast senkrechter Reihe abfallend, flach dreieckig zugespitzt, nach unten allmählich kleiner werdend, der unterste Ventralzahn abgerundet, bisweilen stark reduziert, mitunter gespalten. Kein Basalzahn. Dorsaler Gelenkzapfen schwarz, lang, gebogen; ventraler Gelenkzapfen rotbraun bis schwarz, spatelförmig abgeflacht und zugespitzt. Prostheka mit einigen schlanken, hellen Borsten.

Maxillen (Abb. 9) der Ventralseite der Kopfkapsel flach anliegend; chitinisierte Teile hell gelbrötlich, membranöse Teile farblos durchsichtig. Cardo breit elliptisch, am distalen Ende mit zwei auf erhöhten Basalringen stehenden glashellen, gekrümmten Borsten, deren äußere mehr als doppelt so lang ist wie die innere. Palpiger mit manschettenartiger, am proximalen Basalrand tief eingebuchteter und am Außen- und Innenrand verstärkter Sklerotisierung, an deren ventralem Oberrand median eine helle Sinneskuppel liegt; eine weitere befindet sich etwas oberhalb davon auf der membranösen Partie. Endabschnitt des Palpigers kuppelförmig gewölbt, an der vorgezogenen Proximalseite lang, distal kurz behaart. Palpus niedrig zylindrisch, dorsal mit halbkreisförmiger Chitinspange; auf der glashellen, gewölbten Apikalfläche mit zahlreichen Sinnesstiften besetzt. Galea ventral mit breit trapezförmiger und darüber schmal zungenförmiger Sklerotisierung, membranöse ventrale Apikalpartie sowie Dorsalseite behaart; dorsal ein großer Zylinder mit heller Sinneskuppel, daneben zwei kleinere Zylinder; ventral eine kräftige, helle Borste. Lacinia schmal, am proximalen Rand oben mit langen, starren, rotbraunen Borsten besetzt.

Hypopharynx als Doppelspange ausgebildet. Zahnleiste der Dorsalspange (Abb. 11) hellgelbbraun, mit 18 bis 20 spitzen, median breiten, nach den Seiten zunehmend schmaler und etwas länger werdenden Zähnen; Seitenarme schwarzbraun. Ventralspange (Abb. 13) gelbbraun, am Vorderrand mit 14 bis 16 spitzen Zähnen, die äußersten Seitenzähne etwas kürzer und sehr schmal; Innenfläche farblos membranös, vorn mit zwei Vorwölbungen, in welchen einige Sinnespapillen stehen (Labialpalpenrudiment), außerhalb davon jederseits ein Sinneskegel. Ventral auf dem hinteren Teil der Membran einige nach vorn gerichtete, anliegende, flache, lange, zugespitzte Borsten, welche bedeutend spärlicher stehen als etwa bei *Limonia macrostigma* und *Dicranomyia modesta* (vgl. LINDNER 1957, Abb. 65 u. 73).

Hypostomium (Abb. 9) rotbraun, rechtwinklig bis spitzwinklig vorgezogen; Mittelzahn mit zwei Nebenzähnen, beiderseits in steil abfallender Reihe sechs Zähne, welche nach unten zunehmend kleiner werden, sodaß der sechste Zahn oft nur als Einkerbung im fünften erscheint. Hypostomalbrücke im vorderen Teil rotbraun, vom Ansatz der Apophysen an schwarz.

c. PUPPE (Abb. 6, 14—16)

Maße (konservierte ♂-Puppe): 16 mm lang, 2,2 mm breit. Exuvien (♂-und ♀-Puppen): 13—19 mm lang; 1,8—2,3 mm breit.

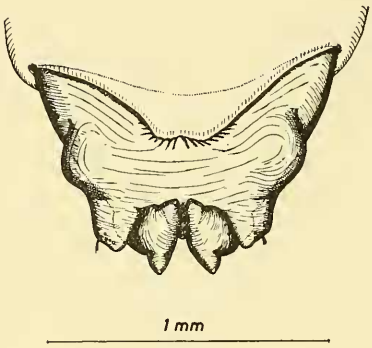
Puppe (Abb. 6) propneustisch. Kopf-Brust-Region der schlüpfreifen Puppe dunkelbraun, starr; Abdomen weißlich, larvoid weichhäutig und beweglich, innere Organe durchscheinend; Genitalscheiden gelbbraun.

Kopfscheide (Abb. 14) gelbbraun, Oberfläche glatt oder schwach gerunzelt, ohne grössere Borsten oder Zacken. Dorsomedian greift vom Thorax her der präformierte Schlüpfspalt über, dessen Ränder verstärkt sind (vgl. Abb. 6). Fühlerscheiden zwischen den Augen beginnend, unterhalb der Flügelwurzeln und der Proximalenden der zweiten Tibien (bzw. etwas tiefer als der Unterrand der Labialscheide) endend. Die Seitenlappen der Kopfscheide überdecken die Maxillartasterspitzen und die Distalenden der Schenkel des ersten Beinpaares. Oberer Stirnteil zart chagriniert, an der Basis der Schlüpfspaltränder zwei bis vier winzige helle Borsten. Beiderseits der abgerundet rhombenförmigen Labralscheide ein größerer Porenring, darunder drei kleinere helle Poren, median der spitze dunkle Nasus der Imago durchscheinend. Tasterscheiden flach dreieckig, fast viermal so breit wie die Maxillartaster. Labialscheide breit dreilappig.

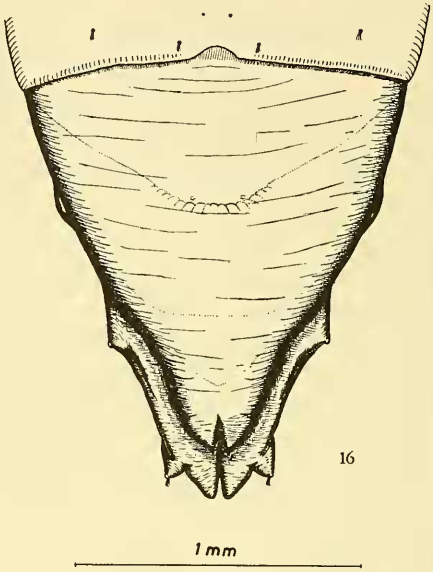
Brustscheide stark gewölbt, zart runzelig, gelbbraun. Die Flügelscheiden reichen bis zum Ende des 2., die Beinscheiden bis knapp zur Mitte des 4. Abdominalsegmentes; der Scutellumunterrand liegt etwas tiefer als die inneren (kaudalen) Schenkelbiegungen der ersten Pedotheken. Prothorakalhörner (Bezeichnungen nach DE MEIJERE 1902) muschelförmig, außen dunkel rotbraun, schräg gegeneinander geneigt (Gestalt etwa der Abb. 29 bei DE MEIJERE entsprechend); ihre vorgewölbte Außenwand wulstig gerunzelt, der Rand perlschnurartig mit einer Reihe von „Knospen" besetzt, welche dorsal-kaudal auf die basale Außenwand übergeht; an der Spitze jeder Knospe ein vorgewölbter glasheller „Tüpfel". Die schwach ausgebuchtete Innenwand der Prothorakalhörner zart membranös, hell gelbbraun, fein chagriniert durch zarteste, kurze, netzartig angeordnete, dörnchenbesetzte Leistchen. Flügel- und Beinscheiden zart gerunzelt, Beinscheiden V-förmig endend, da die mittleren am längsten, die äußeren am kürzesten sind. Durch die Pterotheken der schlüpfreifen Puppen schimmert die Fleckenzeichnung der Flügel hindurch (Abb. 6).

Hinterleibsscheide bis auf die Gonotheken dünn, glashell durchsichtig. Abdominalsegmente 3—7 dorsal und ventral im Vorderdrittel mit querliegenden Dörnchenzonen, welche den larvalen Kriechwülsten im Aussehen und der Anordnung der Dörnchen weitgehend entsprechen, jedoch sind die aus kräftigen, gekrümmten Dörnchen bestehenden Innenreihen von einer bedeutend größeren Zahl aus geraden, zarten Dörnchen bestehender Außenreihen gesäumt, und diese geraden Dörnchen sind — außer in den äußersten Randreihen — im untersten Basalteil durchwegs zu drei- bis sechsspitzigen, kammförmigen Gebilden verwachsen. Auch bei den gekrümmten Dörnchen kann es, namentlich in den mehr nach außen gelegenen Reihen, wo die Dörnchen kleiner werden, vereinzelt zu Verschmelzungen kommen (paarweise, seltener zu dritt). Die ersten beiden ventralen Kriechwülste (am 3. und 4. Abdominalsegment) sind median — etwa in Breite der aufliegenden Beinscheiden — unterbrochen. In der (seitlich lückenhaften)

Dörnchenzone am Hinterrand des 7. Abdominalsegments bilden die Dörnchen keine deutlichen Reihen, rücken meist gruppenweise zusammen, kommen aber weniger (und dann nur mit dem untersten Basalteil) zur eigentlichen Verschmelzung.



15



16

Abb. 15. Gonotheka einer ♂-Puppe. Dorsalseite. Umrisse der Ventralseite punktiert.
Abb. 16. Gonotheka einer ♀-Puppe. Ventralseite. Umrisse der Dorsalseite punktiert. Die mittlere Punktlinie gibt die Höhe der Trennwand zwischen den Dorsal- und Ventralscheiden an

♂-Gonotheka (Abb. 15) nur halb so lang wie die des ♀, am dorsalen Oberrand tief ausgeschnitten, am ventralen Rand flach geschwungen. Dorsal beiderseits der medianen Proctigerscheide mit runder Auswölbung und darunter mit den zapfenförmigen, an der Spitze mit einem kleinen Borstenbündel und drei bis vier Basalringen besetzten Dorsalscheiden; ventral mit unpaarem kurzen Fortsatz zwischen den paarigen runden Coxitscheiden, deren plump kegelförmige Enden (Ventralscheiden) die Forcepshaken aufnehmen, zwischen den Dorsalscheiden weit nach der Dorsalseite hin umbiegen und am äußersten Punkt der Umbiegung einen nach hinten weisenden kegelförmigen Anhang besitzen.

♀-Gonotheka (Abb. 16) am Oberrand dorsal merklich ingebuchtet, ventral median mit kleinem Vorsprung. Ventrales Scheidenpaar zapfenförmig, kürzer und überdies stärker chitinisiert, daher dunkler rotbraun als das dorsale; Dorsalscheiden etwas schlanker, kegelförmig, seitlich basal und subapikal mit breitem, stumpfen Anhang, der subapikale Anhang stärker hervorragend, mit zitzenartiger Spitze, darauf dorsal ein Borstenbündel und mehrere Basalringe.

B. BIOLOGIE

Die oben beschriebenen Larven wurden am 19.IX.57 von Frl. Dr. EISFELDER in der Umgebung von Aix les Bains (Savoien) in dem Becherling *Galactinia*

badia Boud. gefunden. Als ich die Larven am 2.X.57 erstmals untersuchte, befanden sie sich sämtlich (abgesehen von der oben erwähnten, zu einer anderen Art gehörenden Larve) im IV. Stadium und wiesen durchwegs eine Länge von etwa 23 mm auf. An ihren Imaginalaugenanlagen war noch keinerlei Pigmentbildung zu bemerken, sodaß also die Verpuppung noch nicht unmittelbar bevorstand (vgl. LINDNER 1957). Zunächst ernährten sich die Larven von den Resten des dunkelroten Becherlings, welche trotz der langen Zeitspanne seit dem Einsammeln noch von ziemlich fester Konsistenz waren. Der Darminhalt der Larven und auch die Kotwürste hatten eine entsprechend dunkelrote Färbung. Später verzehrten auch einige Larven das gleich anfangs beigegebene, aufgeweichte Pulver aus getrockneten Brennesselblättern, ein Zeichen, daß sie nicht obligatorisch auf Pilzkost angewiesen sind. Wie aus Tabelle 1 zu entnehmen ist, begann die Pig-

Larven	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tage									
2.X.57	o	o	o	o	o	o	o	o	o
3. „ „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. „ „	—	—	—	—	—	—	. .	—	—
5. „ „	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
6. „ „	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
7. „ „	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
8. „ „	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
9. „ „	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
10. „ „	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
11. „ „	. .	. .	. .	. .	. .	. .	P	. .	. .
12. „ „	. .	+	+	. .	. .	. .	P	. .	. .
13. „ „	P			P	. .	P	P	P	P
14. „ „	P			P	P	P	P	P	P
15. „ „	P			P	P	P	P	P	P
16. „ „	P			P	P	P	P	P	P
17. „ „	P			P	P	P	P	P	P
18. „ „	P			P	P	P	P	P	P
19. „ „	P			P	P	P	♀	P	P
20. „ „	♂			♀	+	♂		♂	♂

Tabelle 1. Entwicklung der Larven von *Limonia quadrinotata* Mg. vom IV. Stadium bis zum Schlüpfen der Imagines. o = Imaginalaugenanlagen noch nicht pigmentiert. . . = Pigmentbildung in den Imaginalaugenanlagen. P = Puppenruhe. + = abgetötet zwecks Konservierung — = nicht kontrolliert.

mentierung der Augenanlagen zwischen dem 3. und 5. Oktober. Die charakteristischen, zunächst noch winzigen und zart rose gefärbten paarigen Punkte hinter der Kopfkapsel im Prothorakalsegment nahmen rasch an Umfang und Farbintensität zu. Als sie fünf bis sechs Tage später zu fast schwarzen, bohnenförmigen Gebilden angewachsen waren, stellten die Larven die Nahrungsaufnahme ein und entleerten allmählich ihren Darmkanal, was etwa ein bis zwei Tage beanspruchte. Die etwas kontrahierten, aber immer noch recht beweglichen Larven hatten sich aus dem weichen Zellstoff der Zuchtschalen einen röhrenförmigen, vorn und hinten offenen Kokon angefertigt, dessen Vorderende schräg aufwärts gebogen war. Die Verpuppung der sieben noch lebenden Larven fand zwischen dem 11. und 14.X. statt. Die abgestreiften und zusammengeschobenen Exuvien wurden aus dem hinteren Kokonende herausbefördert. Die Puppen lagen im allge-

meinen regungslos in ihren Kokons, bewegten sich aber bei Beunruhigung lebhaft in ihrer Röhre hin und her. Die Dauer der Puppenruhe betrug sieben, in einem Fall acht Tage und lag damit durchaus innerhalb der begrenzten Spanne, welche ich auch bei neun anderen Limoniidenarten mit im übrigen sehr unterschiedlicher Dauer der Gesamtentwicklung festgestellt habe (vier bis neun, durchschnittlich sieben Tage).

Vergleicht man die hier geschilderten Entwicklungsvorgänge mit denjenigen anderer *Limonia*-Arten, so ergibt sich aus der kurzen Zeitspanne zwischen dem ersten Auftreten des Imaginalaugenpigments und der Verpuppung, daß die untersuchten Larven einer Generation mit rascher Gesamtentwicklung angehörten (vgl. LINDNER 1957). Sie dürften etwa Mitte August aus Eiern geschlüpft sein, welche kaum früher als Anfang August abgelegt wurden, und zwar von Imagines, deren Schlüpfzeit angesichts der nur kurzen Dauer des Imaginallebens der Limoniiden noch im gleichen Sommer gewesen sein muß. Letzteres steht auch mit der eingangs nach PIERRE zitierten Flugzeit im Einklang sowie mit der Tatsache, daß ich in der Umgebung von Tharandt gleichfalls innerhalb der fraglichen Zeitspanne, nämlich am 19.VII.56, ein Weibchen von *Limonia quadrinotata* fing. Dieses legte nur ein Ei ab, welches sich sogleich weiterentwickelte, sodaß nach etwa zehn Tagen die fertige Eilarve darin zu erkennen war; die Larve ging jedoch noch vor dem Schlüpfen ein. Was die im Oktober 1957 gezüchteten Imagines betrifft, so wären sie zweifellos auch im Freiland noch zum Schlüpfen gekommen, da im Oktober noch vielfach warmes Wetter herrschte, welches von den Laborverhältnissen nicht wesentlich abwich. Die gezüchteten Tiere können also mit gutem Grund als zweite, wahrscheinlich sogar als dritte Generation von *Limonia quadrinotata* angesehen werden. Mehrere Generationen im Jahr sind bei den Limoniiden keineswegs selten und konnten für *Limonia macrostigma* auch unmittelbar im Zuchtversuch nachgewiesen werden (LINDNER 1957).

3. DIE PILZBEWOHNENDEN EUROPÄISCHEN LIMONIIDENLARVEN

Mit *Limonia quadrinotata* hat sich die bisher noch geringe Zahl der europäischen Limoniiden, deren Larven in Pilzen gefunden wurden, um eine weitere Art vermehrt. Aus diesem Anlaß soll im folgenden eine Übersicht der zur Zeit bekannten mykophagen Limoniidenarten gegeben werden. Die Liste beruht auf den mir zugänglichen Literaturangaben sowie auf eigenen Feststellungen. Es sei betont, daß keineswegs alle hier angeführten Arten obligatorische Pilzbewohner sein müssen. Manche können auch andere Kost vertragen, und die Mehrzahl verläßt zumindest als erwachsene Larve den Pilz, um sich im Boden zu verpuppen. Letzteres trifft namentlich für die Bewohner weicher, fleischiger Pilze zu, während die in härteren Pilzarten, wie etwa den Porlingen, lebenden Larven sich auch an Ort und Stelle verpuppen können.

Limonia bifasciata Schrank (= *xanthoptera* Meig.)

Die älteste Mitteilung über die Larve stammt von STANNIUS (1829), welcher sie „in einem noch frischen *Agaricus*" fand. BREMI (1846) nennt als Wirtspilz *Agaricus citrinus*, ZETTERSTEDT (1851) fügt hinzu: „Larvae vivunt in ... *Boleto*".

BRAUER (1883) wiederholt diese Angaben. DE MEIJERE züchtete die Art „aus Pilzen" (1902) und fand einige Jahre später die Larven „im Stiel einer Agaricinee" (1917). FALCOZ (1926) vermerkt „éclos de *Tricholoma nudum* B., 28. août." Abweichend ist lediglich die Angabe von GEIJSKES (1936), welcher die Art in einer Liste von hygrophilen bzw. aquatischen Dipteren anführt. Diese Liste wurde aber offenbar vorwiegend nach den Aufenthaltsorten der Imagines aufgestellt; die Larven von *L. bifasciata* werden von GEIJSKES nicht erwähnt. Eine Fundortnotiz bei CUTHBERTSON (1926) lautet: "decomposing fungus (*Agaricus*) in open woodland", und auch EISFELDER (1955) erhielt aus 16 von 47 angesetzten Pilzkulturen die Imagines von *L. bifasciata*. Bei diesen Pilzkulturen handelte es sich vorwiegend um Russulaceen, ferner um Boletaceen und Cortinariaceen, sowie um die Arten *Paxillus involutus, Polyporellus squamosus* und *Morchella esculenta*.

Limonia decemmaculata Lw.

ALEXANDER (1920) zitiert LOEW (1873) und VERRALL (1912), welche die Larven in "*Daedalea* and similar species" fanden. Ich zog Ende September aus einem am 19.IX.55 bei Neschwitz (östlich von Dresden) an einem morschen Baumstumpf gefundenen Porling (*Trametes gibbosa* Fries) ein Männchen, welches P. NIELSEN bestimmte.

Limonia quadrimaculata L.

„Die Larve dieser Art, einem Regenwurm an Farbe und Gestalt ähnlich, wohnt in ausgesponnenen Röhren im faulen Holz", schreibt ROSER (1834). Indessen scheinen doch Pilze der bevorzugte Aufenthaltsort der Larven zu sein. So fand ich zahlreiche Larven am 19.IX.55 in einigen aus Neschwitz stammenden Exemplaren von *Trametes gibbosa* (s. oben). Bis zum 11.XI. schlüpften acht Imagines; bei der Nachkontrolle ergab sich, daß die Larven ihre Gänge nicht nur im Pilzkörper, sondern auch in den angrenzenden Holzteilen gefressen hatten. BELING (1873) zog mehrere Imagines gleichfalls aus *Daedalea* (= *Trametes*) *gibbosa*, nach COE (1941) wurde die Larve 1911 und 1921 in *Polyporus Schweinitzii* Fr. gefunden, und BRAUNS (1954) beobachtete die Larven (gemeinsam mit Raupen von *Tinea parasitella* Hb.) wiederum in *Trametes gibbosa*.

Limonia quadrinotata Mg.

Larven in *Galactinia badia* (s. oben)

Limonia albifrons Meig., Limonia trivittata Schumm.

KÖNNEMANN (1924) untersuchte den Darm junger, nicht bestimmbarer Limoniidenlarven von 3—4 mm Länge, welche er als „nahe verwandt mit *Limnobia albifrons* und *Limnobia trivittata*" bezeichnete. Der Inhalt des Mitteldarmes bestand „aus Pilz- und Blattresten".

Hinsichtlich des Biotopes von *L. albifrons* fand ich nur noch bei GEIJSKES (1936) einen Hinweis, wonach die Art zu den krenophilen Formen gehören soll. GEIJSKES läßt indessen nicht erkennen, ob er auch die Larven dieser Art gefunden hat; anscheinend urteilte er lediglich nach den Fundorten der Imagines.

Ebenso spärlich sind die Angaben über den Biotop von *L. trivittata*. SCHMIDT (1913) führt die Art neben *Dicranomyia modesta* Wied., *Symplecta stictica* Meig. und *S. similis* Schum. unter den an bzw. in westfälischen Salzwässern vorkommenden halophilen Dipteren an, hat aber, im Gegensatz zu den drei anderen Arten, von *L. trivittata* keine Larven, sondern nur Imagines gefunden. Ich selbst fing mehrere Imagines dieser Art im Juli 1956 im waldigen Seerenbachtal bei Tharandt und setzte sie zur Weiterzucht in Petrischalen, wo sie auch reichlich Eier ablegten. Letztere entwickelten sich jedoch nicht weiter, sodaß es mir nicht möglich war, die Larven zu untersuchen.

Es läßt sich zur Zeit also noch nicht entscheiden, ob man die beiden genannten Arten zu den pilzbewohnenden Formen rechnen kann.

Limonia flavipes Fabr.

KÖNNEMANN (1924) fand drei Larven einer pilzbewohnenden *Limonia*-Art, welche er aber nicht aufzog und daher nicht bestimmen konnte; er hielt sie für „nahe verwandt mit *Limonia flavipes*".

In der Literatur wird die Larve von *L. flavipes* verschiedentlich erwähnt, aber aus keiner dieser Notizen geht hervor, daß die Art in Pilzen lebt. So schreibt BELING (1886): „Einige Larven fand ich am 27. Februar an feuchter Stelle in einem meist aus jüngeren Eschen zusammengesetzten Laubholzbestande unter Laub und Geniste und zog daraus am 30. April eine Imago ♀", und CUTHBERTSON beschreibt den Fundort der Larven als "humus soil beside burn, glen at Tourgill, Largs". DITTMAR (1955) fand bei seinen Untersuchungen über die Fauna eines Sauerlandbaches die Larven „in der Quellregion im Schlamm". KÖNNEMANN hatte also vermutlich die Larve einer anderen *Limonia*-Art vor sich, und es besteht kein Grund, *Limonia flavipes* in die Liste der Pilzbewohner aufzunehmen.

Ula macroptera Macq.

Wie STANNIUS (1829) mitteilt, fand er Larven und Puppen von „*Limnobia pilosa*" (= *Ula macroptera*) in einem *Agaricus*. Er fand bei flüchtiger Betrachtung der Larven keinen wesentlichen Unterschied gegenüber den Larven von *Limonia xanthoptera*, obgleich doch die Stigmenfelder beider Arten auffällig verschieden gestaltet sind. Da aber die Bestimmung an Hand der gezüchteten Imagines erfolgte, dürfte die Artangabe nicht zu bezweifeln sein, zumal auch die anderen Autoren diese Art vorwiegend in Pilzen fanden. So zog PERRIS (1849) die Art aus *Hydnum erinaceum* Bull., ENGEL (1916) aus *Lactaria deliciosa* und PIERRE (1919/20) aus *Russula nigricans* Fries. Nach BANGERTER (1934) lebt die Larve im Frühjahr „unter der Borke von Tannenstrünken in einem flüssigen Gemisch von Harz und Regenwasser oder in Moos, das ebenfalls immer naß bleibt. Etwa vom Juni an treten dann an allerlei Baumstrünken, vorwiegend Eichen, Pilze auf; hier werden dann Eier abgelegt und die Larven leben von diesem Zeitpunkt an fast ausschließlich in lebenden und faulen Pilzen".

Ula bolitophila Loew.

Die Larven wurden nach BRAUER (1883) von LOEW in Buchenpilzen gefunden.

Ula sylvatica Mg.

„Larvae in fungus (*Pholiota spectabilis* Fr.)" (COE 1941).

Ula crassicauda Agrell.

Über die Larven dieser Art war bisher nichts bekannt. Sie wurden erstmals im Rahmen von Untersuchungen an pilzbewohnenden Insekten von Frl. Dr. EISFELDER gezüchtet, welcher ich für die Überlassung der nachfolgenden Angaben zu großem Dank verpflichtet bin; Herrn P. NIELSEN schulde ich Dank für die freundliche Artbestimmung. Die Larven wurden von EISFELDER in folgenden Pilzen festgestellt, die in den Jahren 1944 und 1945 vom Juni bis Oktober gesammelt wurden: *Paxillus involutus* Fr., *Russula paludosa* Britz, *R. delica* Fr., *R. emetica* Fr., *R.* spec., *Lactarius* spec., *Boletus bovinus* L., *B. granulatus* Fr., *B. variegatus* Fr. und *B. nigrescens* Huber. Ich fand am 9.I.1957 zwei verpuppungsreife Larven in Lauberde am feuchten Ufer eines Waldbaches bei Tharandt, ohne Pilze in der Nähe bemerkt zu haben. Eine Larve wurde konserviert, die andere verpuppte sich Ende Januar, und am 4.II. schlüpfte ein Männchen.

„*Eriopterina* spec."

Unter dieser Bezeichnung führt EISFELDER (1955) eine Reihe von Imagines an, welche sie aus den 31 restlichen der oben unter *Limonia bifasciata* erwähnten 47 Pilzkulturen erhielt. Auf eine Anfrage hin erfuhr ich, daß von diesem Zuchtmaterial leider nichts mehr auffindbar ist. Indessen übersandte mir Frl. Dr. EISFELDER den gesamten Restbestand der von ihr aus Pilzen gezüchteten, bisher nicht determinierten Limoniiden. Wie Herr P. NIELSEN feststellte, handelt es sich dabei ausschließlich um Imagines von *Ula crassicauda*. Es ist wohl anzunehmen, daß dieser Art auch die für Eriopterinen gehaltenen Tiere angehörten, da einerseits die Gattung *Ula* ebenso wie zahlreiche Arten aus der Unterfamilie der Eriopterinae behaarte Flügel besitzt, zum anderen aber — auch in den außereuropäischen Gebieten — noch keine einzige pilzbewohnende Eriopterinenlarve gefunden wurde.

Scheidet man die unsicheren Formen aus, so verbleiben also noch acht nachweislich pilzbewohnende Limoniiden-Arten, welche sich ausschließlich auf die beiden Gattungen *Limonia* und *Ula* verteilen. Dies ist insofern bemerkenswert, als die Limoniiden eine sehr arten- und gattungsreiche Familie sind, deren Larven zudem vorwiegend in feuchter Streu und faulenden Pflanzenresten leben, einem Milieu also, welches den Übergang zu zerfallenden und auch zu frischen Pilzen durchaus begünstigt. Daß indessen tatsächlich nur eine so beschränkte Zahl von Gattungen diesen Weg beschritt, zeigt auch ein Blick auf die aus außereuropäischen Gebieten beschriebenen pilzbewohnenden Limoniiden, welche gleichfalls ohne Ausnahme den Gattungen *Limonia* und *Ula* angehören: *Limonia triocellata* O.-S., *L. cinctipes* (Say), *L. immatura* O.-S. (fraglich), *L. globithorax* (O.-S.), *L. macateei* (Alex.), *L. rara* (O.-S.), *Ula elegans* O.-S. (nach ALEXANDER 1920 und 1932).

Die Arbeit von TOKUNAGA (1954), in welcher offenbar weitere pilzbewohnende *Ula*-Arten behandelt werden, war mir bisher nicht zugänglich.

Während nun die umfangreiche Gattung *Limonia* nicht nur in Pilzen, sondern

auch noch an den verschiedensten anderen Biotopen vorkommt — ja, offenbar die ökologisch vielseitigste Gattung der gesamten Familie darstellt, scheint sich die nur wenige Arten umfassende Gattung *Ula* vollständig auf Pilzkost spezialisiert zu haben: sämtliche bisher beschriebenen *Ula*-Larven wurden in Pilzen gefunden. Dies gibt der schon larvalmorphologisch deutlich charakterisierten Gattung auch von der ökologischen Seite her eine Sonderstellung, und dadurch wird sie von den mit ihr in der Unterfamilie der Pediciinae vereinigten Gattungen *Pedicia* s.l. und *Dicranota* s.l. scharf getrennt. Letztere Gattungen wiederum bilden in morphologischer Hinsicht durch die extrem geschlossenen Kopfkapseln, die ausstülpbaren Kriechfüßchen oder -wülste sowie die zwei Randlappen ihrer Larven und in biologischer Hinsicht durch deren räuberische Lebensweise eine in sich geschlossene Gruppe. Es ist daher vom larvalsystematischen Standpunkt aus durchaus vertretbar, die Gattung *Ula* von den Pediciinae zu trennen, wie es HENNIG (1950), und vor ihm bereits ALEXANDER (1920), durchführte; ob allerdings ihre Einreihung bei den Hexatominae eine endgültige sein wird, muß sich noch erweisen.

Wirft man abschließend noch einen Blick auf die morphologischen Merkmale, welche den pilzbewohnenden Limoniidenlarven gemeinsam sind, so zeigt sich, daß sie sich einmal durch relativ massive Kopfkapseln, zum anderen durch den Besitz unpaarer bedornter Kriechwülste von der Mehrzahl der übrigen Limoniidenlarven unterscheiden. Die Kriechwülste sind bei der Fortbewegung in den oft schleimigen, von den *Limonia*-Larven gewöhnlich mit Sekretfäden ausgekleideten Fraßgängen von Vorteil, und die Kopfkapseln müssen namentlich bei den in Hartpilzen lebenden Larven fest gebaut sein, um für die Muskulatur der kräftig arbeitenden Mandibeln das nötige Widerlager zu bieten.

Insgesamt erweisen sich die pilzbewohnenden Limoniidenlarven als eine in mehrfacher Hinsicht interessante Gruppe, und es ist zu erwarten, daß zukünftige Untersuchungen den Kreis der hierher gehörenden Arten noch wesentlich erweitern werden.

4. LITERATUR

ALEXANDER, C. P., 1920, The Crane-Flies of New York, Pt. II, Biology and Phylogeny. *Mem. Cornell agric. exp. Stat.*, vol. 38, p. 691—1133.

ALEXANDER, C. P., 1932, Deutsche Limnologische Sunda-Expedition. The Crane-Flies. *Arch. Hydrobiol.*, vol. 9, p. 135—191.

BANGERTER, H., 1934, Mücken-Metamorphosen VI, *Konowia*, vol. 13, p. 264—272.

BELING, Th., 1873, Beitrag zur Naturgeschichte verschiedener Arten aus der Familie der Tipuliden. *Verh. zool. bot. Ges. Wien*, vol. 23, p. 575—592.

BELING, Th., 1886, Dritter Beitrag zur Naturgeschichte (Metamorphose) verschiedener Arten aus der Familie der Tipuliden. *Verh. zool. bot. Ges. Wien*, vol. 36, p. 171—214.

BRAUER, F., 1883, Die Zweiflügler des Kaiserlichen Museums zu Wien. III. Systematische Studien auf Grundlage der Dipterenlarven nebst einer Zusammenstellung von Beispielen aus der Literatur über dieselben und Beschreibung neuer Formen. *Denkschr. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Cl.*, vol. 47, p. 1—100.

BRAUNS, A., 1954, Terricole Dipterenlarven. Göttingen, p. 1—179.

BREMI, J., 1846, Beytrag zur Kunde der Dipteren. *Oken's Isis* 3, p. 164—175.

COE, R. L., 1941, Some Breeding Records of British Tipulidae. *Entomol. monthly Mag.* vol. 77, p. 172.

COE, R. L., 1950, Diptera: Family Tipulidae. *Handb. Identific. Brit. Ins.*, vol. 9, pt. 2, p. 1—66.

CUTHBERTSON, A., 1926, Studies on Clyde Crane-Flies: Larval Habitats of Some Local Species. *Entomol. monthly Mag.*, vol. 62, p. 84—88.

DITTMAR, H., 1955, Ein Sauerlandbach. Untersuchungen an einem Wiesen-Mittelgebirgsbach. *Arch. Hydrobiol.*, vol. 50, p. 305—552.

ENGEL, E. O., 1916, Beiträge zur Kenntnis einiger Dipterenlarven. *Mitt. München. Ent. Ges.*, vol. 7, p. 68—76.

EISFELDER, I., 1955, Die häufigsten Pilzbewohner. *Z. Pilzk.*, vol. 19, p. 12—20.

FALCOZ, L., 1926, Observations biologiques sur divers insectes des environs de Vienne en Dauphiné (4e note). *Bull. Soc. Ent. France*, p. 130—134.

GEIJSKES, D. C., 1936, Faunistisch-ökologische Untersuchungen am Röserenbach bei Liestal im Baseler Tafeljura. *Tijdschr. Ent.*, vol. 78, part. 3/4 (1935).

HENNIG, W., 1950, Die Larvenformen der Dipteren, vol. 2, Berlin, p. 1—458.

KÖNNEMANN, R., 1924, Über den Darm einiger Limnobiidenlarven. *Zool. J. Anat.*, vol. 46, p. 343—388.

LACKSCHEWITZ, P., und F. PAGAST, 1939, Limoniidae in: LINDNER, Erwin, Die Fliegen der paläarktischen Region. Stuttgart, 1. Lfg., p. 1—64.

LINDNER, Eberhard, 1957, Beiträge zur Kenntnis der Eier und Larven der Limoniidae (Diptera, Tipuliformia). Dissertation Dresden, p. 1—127, I—XXXVI, fig. 1—135.

LINDNER, Eberhard, 1958, Zur Kenntnis der Eier der Limoniidae. *Mitt. Zool. Mus. Berlin*, vol. 34, p. 113—133.

LOEW, H., 1873, Beschreibungen europäischer Dipteren 1 (in: J. W. MEIGEN, Systematische Beschreibungen der bekannten europäischen zweiflügeligen Insekten) p. 1—310 (zit. nach ALEXANDER 1920).

MEIJERE, J. H. C. DE, 1902, Über die Prothorakalstigmen der Dipterenpuppen. *Zool. Jb. Anat.*, vol. 15, p. 623—692.

MEIJERE, J. H. C. DE, 1917, Beiträge zur Kenntnis der Dipterenlarven und -puppen. *Zool. Jb. Syst.*, vol. 40 (1916), p. 177—322.

PERRIS, M. E., 1849, Notes pour servir à l'histoire des métamorphoses de diverses espèces de diptères (Deuxième partie) (1). II. Note pour servir à l'histoire de la *Cylindrotoma macroptera* Macq. *Ann. de la Soc. Ent. Fr.*, ser. 2, vol. 7, p. 337—341.

PIERCE, C., 1919/1920, Nervulations anormales de quelques Diptères Tipuliformes (2e note). *Soc. Ent. France, Bul.* 1919., p. 75—77 (zit. nach ALEXANDER 1920).

PIERRE, C., 1924, Diptères: Tipulidae. Faune de France, vol. 8, p. 1—159.

ROSER, C. L. F. v., 1834, Verzeichnis in Württemberg vorkommender zweiflügliger Insekten. *Corr. bl. Kgl. Württ. Landw. Ver.*, N.F., vol. 5, p. 259—277.

SCHMIDT, R., 1913, Die Salzwasserfauna Westfalens. *Jber. Westf. Prov. Ver. Münster* (Zool. Sekt.), no. 41.

SIERSLEBEN, A., 1920, Die Körperanhänge der eucephalen Fliegenlarven (einschl. Tipuliden und Psychodiden). Diss. Greifswald, p. 1—34.

STANNIUS, H., 1829, Zur Verwandlungsgeschichte der *Limnobia xanthoptera* Meigen. *Beitr. Ent. Schles. Fauna*, vol. I, p. 202—206.

TOKUNAGA, L., ISHIDA, H., NOBUSHI, A., 1954, Crane-flies injurious to useful mushrooms in Japan, with revision of the Japanese *Ula* species and descriptions of a known and three new species and immature stages of two species. *Sci. Rep. Sayko Univ. Agric., Kyoto*, vol. 6, 1—10.

VERRALL, G. H., 1912, Another hundred new British species of Diptera. *Entomol. monthly Mag.*, vol. 48, p. 23 (Zit. nach ALEXANDER 1920).

ZETTERSTEDT, J. W., 1851, Diptera Scandinaviae, vol. 10, p. 3711—4090.